

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-69880

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 P 7/63

3 0 2

H 0 2 P 7/63

3 0 2 D

H 0 2 M 7/48

H 0 2 M 7/48

E

H 0 2 P 3/18

1 0 1

H 0 2 P 3/18

1 0 1 D

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-232445

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月28日

(72) 発明者 中沢 祥介

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝

府中工場内

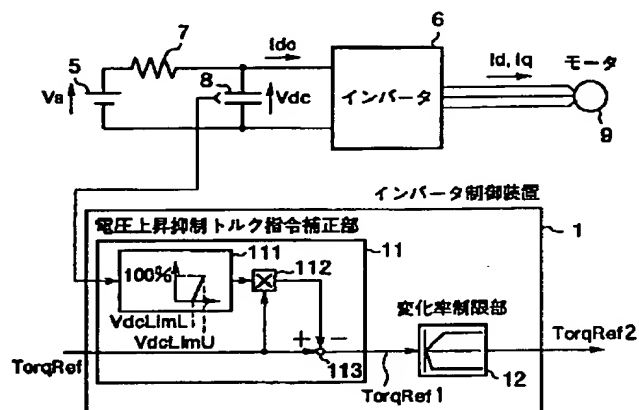
(74) 代理人 弁理士 鈴木 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 インバータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 直流電圧の振動を抑制することができるインバータ制御装置を得る。

【解決手段】 直流電源からの直流電力をフィルタコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力を交流電動機に供給して該交流電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第1のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される前記第1のトルク指令の変化率を制限して第2のトルク指令を出力する変化率制限部とを具備したインバータ制御装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直流電源からの直流電力をフィルタコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力を交流電動機に供給して該交流電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、

前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第 1 のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、

前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される前記第 1 のトルク指令の変化率を制限して第 2 のトルク指令を出力する変化率制限部とを具備したことを特徴とするインバータ制御装置。

【請求項 2】 前記変化率制限部の変化率制限値を、前記インバータの出力周波数に応じて可変にする変化率制限値設定部をさらに具備したことを特徴とする請求項 1 記載のインバータ制御装置。

【請求項 3】 直流電源からの直流電力をフィルタコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力を交流電動機に供給して該交流電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、

前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第 1 のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、

前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される第 1 のトルク指令の変化率を制限して第 2 のトルク指令を出力する変化率制限部と、

前記インバータから前記直流電源へ流れ出る直流入力電流と、前記変化率制限部から出力される第 2 のトルク指令を入力して、前記変化率制限部の変化率制限値を補正する変化率制限値補正部とを具備したことを特徴とするインバータ制御装置。

【請求項 4】 前記インバータから前記直流電源へ流れ出る直流入力電流を、前記インバータの交流側出力電圧と、該交流側出力電流と前記直流電源電圧とから推定演算する直流入力電流推定部をさらに具備したことを特徴とする請求項 3 記載のインバータ制御装置。

【請求項 5】 直流電源からの直流電力をフィルタコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力を同期電動機に供給して該同期電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、

前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制する

ような第 1 のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、

d 軸電流指令値と、前記運転トルク指令と、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される第 1 のトルク指令値を入力として、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部によるトルク補正部の出力電流指令ベクトルの振幅が、補正前の出力電流ベクトルの振幅に一致するように、d 軸電流を補正する d 軸電流指令補正部とを具備したことを特徴とするインバータ制御装置。

【請求項 6】 直流電源からの直流電力をフィルタコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力をリラクタンس電動機に供給して該リラクタンس電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、

前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第 1 のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、

前記運転トルク指令と、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される前記第 1 のトルク指令値を入力として、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部によるトルク補正後の出力電流指令ベクトルの振幅が、補正前の出力電流ベクトルの振幅に一致するように、d 軸電流と q 軸電流を演算して出力する電流指令値演算部とを具備したことを特徴とするインバータ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インバータに直流電力を入力することにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力を、交流電動機、例えば誘導電動機、同期電動機、リラクタンس電動機のいずれかに供給して該交流電動機を駆動させるためのインバータ制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種のインバータ制御装置の一例として図 7 のように構成されたものがある。この主回路は、直流電源 5 に直列にリアクトル 7、また並列に直流リンクフィルタコンデンサ（以下単にコンデンサと称する）8 を介してインバータ 6 の入力側に接続し、インバータ 6 の出力側に交流電動機（以下モータと称する）9 が接続されている。

【0003】インバータ制御装置 1 は、電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 を備え、これはフィルタ 111 と掛算器 112 と減算器 113 から構成され、インバータ 6 の入力側のコンデンサ電圧  $V_{dc}$  と、運転トルク指令例えば運転台において与えられる運転トルク指令  $T_{orqRef}$  とを入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして直流電圧の上昇を抑制するような新たなトルク指令すなわち第 1 のトルク指令  $T_{orqRef1}$  を出力する。

インバータ 6 のコンデンサ電圧  $V_{dc}$  と、運転トルク指令  $T_{orqRef}$  とを入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして直流電圧の上昇を抑制するような新たなトルク指令  $T_{orqRef1}$  を出力するものである。

【0004】具体的には、インバータ 6 のコンデンサ電圧  $V_{dc}$  を検出し、この検出値をフィルタ 111 に入力し、ここでコンデンサ電圧  $V_{dc}$  の下限値  $V_{dcLimL}$  とコンデンサ電圧  $V_{dc}$  の上限値  $V_{dcLimU}$  の範囲内にあるときのみフィルタ 111 から信号が出力される。フィルタ 111 からの信号と、運転トルク指令  $T_{orqRef}$  が減算器 112 により掛け算され、該運転トルク指令  $T_{orqRef}$  と該掛け算値が減算器 113 により減算され、新たなトルク指令  $T_{orqRef2}$  を出力するものである。

【0005】このように従来のインバータ制御装置 1 は、インバータ 6 の入力側の直流入力電流  $I_{dc}$  と、インバータ出力側のモータトルク成分電流（ $d$  軸電流  $I_d$ 、 $q$  軸電流  $I_q$ ）とは比例関係が成立するものとして、直流電圧上昇防止制御を行っていた。すなわち、モータ 9 の回生時、回生電力によってインバータ 6 の直流側のコンデンサ電圧  $V_{dc}$  が上昇した場合には、回生電力を制御するためにモータ 9 のトルク電流を、フィルタコンデンサ 8 の上昇に応じて制御していた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、コンデンサ 8 の電圧に応じて変化させるモータ 9 のトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなると、インバータ 6 の負荷であるモータ 9 の配線に必ず存在するインダクタンス分に貯えられた電磁エネルギーの充放電分が、インバータ直流入力電流に重畳されるため、モータトルク電流と、インバータ 6 の直流入力電流との比例関係が成立しなくなり、直流電圧が振動する場合があった。本発明の目的は、以上の問題点を解決するために、直流電圧の振動を抑制することができるインバータ制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は前記目的を達成するため、請求項 1 に対応する発明は、直流電源からの直流電力をフィルタコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力を交流電動機に供給して該交流電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第 1 のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される前記第 1 のトルク指令の変化率を制限して第 2 のトルク指令を出力する変化率制限部とを具備したことを特徴とするインバータ制御装置である。

【0008】請求項 1 に対応する発明によれば、変化率

制限部を設け、トルク指令の変化率に制限を加えることにより、コンデンサ電圧に応じて変化させるトルク指令に基づいて制御されるモータトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなった場合に生じる直流電圧の振動を抑制することができる。

【0009】本発明は前記目的を達成するため、請求項 2 に対応する発明は、前記変化率制限部の変化率制限値を、前記インバータの出力周波数に応じて可変にする変化率制限値設定部をさらに具備したことを特徴とする請求項 1 記載のインバータ制御装置である。

【0010】請求項 2 に対応する発明によれば、請求項 1 に変化率制限値設定部をさらに追加したので、請求項 1 と同様な作用効果が得られると共に、広範囲のインバータの出力周波数領域で制御を適切に行うことができる。

【0011】本発明は前記目的を達成するため、請求項 3 に対応する発明は、直流電源からの直流電力をフィルタコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力を交流電動機に供給して該交流電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第 1 のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される第 1 のトルク指令の変化率を制限して第 2 のトルク指令を出力する変化率制限部と、前記インバータから前記直流電源へ流れ出る直流入力電流と、前記変化率制限部から出力される第 2 のトルク指令を入力して、前記変化率制限部の変化率制限値を補正する変化率制限値補正部とを具備したことを特徴とするインバータ制御装置である。

【0012】請求項 3 に対応する発明によれば、請求項 1 と同様にコンデンサ電圧に応じて変化させるモータトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなった場合に生じる直流電圧の振動を抑制することができる。

【0013】本発明は前記目的を達成するため、請求項 4 に対応する発明は、前記インバータから前記直流電源へ流れ出る直流入力電流を、前記インバータの交流側出力電圧と、該交流側出力電流と前記直流電源電圧とから推定演算する直流入力電流推定部をさらに具備したことを特徴とする請求項 3 記載のインバータ制御装置である。

【0014】請求項 4 に対応する発明によれば、請求項 1 と同様にコンデンサ電圧に応じて変化させるモータトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなった場合に生じる直流電圧の振動を、直流入力電流を検出すること無しに抑制することができる。

【0015】本発明は前記目的を達成するため、請求項 5 に対応する発明は、直流電源からの直流電力をフィル

タコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力を同期電動機に供給して該同期電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第1のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、d軸電流指令値と、前記運転トルク指令と、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される第1のトルク指令値を入力として、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部によるトルク補正部の出力電流指令ベクトルの振幅が、補正前の出力電流ベクトルの振幅に一致するように、d軸電流を補正するd軸電流指令補正部とを具備したことを特徴とするインバータ制御装置である。

【0016】請求項5に対応する発明によれば、モータトルク電流の変化によって発生するインダクタンスエネルギーの変化分を、モータ磁束方向電流のインダクタンスエネルギーの変化分として吸収し、インバータ入力電流に影響が出ないようにすることによって直流電圧の振動を抑制することができる。

【0017】本発明は前記目的を達成するため、請求項6に対応する発明は、直流電源からの直流電力をフィルタコンデンサを介してインバータに入力し、該インバータにより得られる可変電圧可変周波数の交流電力をリラクタンス電動機に供給して該リラクタンス電動機を駆動するためのインバータ制御装置において、前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第1のトルク指令を出力する電圧上昇抑制トルク指令補正部と、前記運転トルク指令と、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される前記第1のトルク指令値を入力として、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部によるトル

ク補正後の出力電流指令ベクトルの振幅が、補正前の出力電流ベクトルの振幅に一致するように、d軸電流とq軸電流を演算して出力する電流指令値演算部とを具備したことを特徴とするインバータ制御装置である。

【0018】請求項6に対応する発明によれば、請求項5と同様にモータトルク電流の変化によって発生するインダクタンスエネルギーの変化分を、モータ磁束方向電流のインダクタンスエネルギーの変化分として吸収し、インバータ入力電流に影響が出ないようにすることによって直流電圧の振動を抑制することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

<第1実施形態（請求項1に対応する実施形態）>本発明の第1実施形態を図1を参照して説明する。第1実施形態におけるインバータ制御装置1は、電圧上昇抑制トルク指令補正部11と、変化率制限部12とで構成され、これらは概略次のような機能を有している。

【0020】電圧上昇抑制トルク指令補正部11は、前記フィルタコンデンサに印加されるコンデンサ直流電圧と、運転トルク指令を入力として直流電圧が上昇した時に回生トルクを減らして該直流電圧の上昇を抑制するような第1のトルク指令を出力するものである。

【0021】変化率制限部12は電圧上昇抑制トルク指令補正部から出力される前記第1のトルク指令の変化率を制限して第2のトルク指令を出力するものである。以下これらについて詳細に説明する。電圧上昇抑制トルク指令補正部11においては、コンデンサ電圧Vdcと、運転トルク指令TorqRefとを入力として、次の(1)、(2)、(3)式により演算して第1のトルク指令TorqRef1を出力する。この点は、前述した図7の従来例と同じである。

【0022】(a) コンデンサ電圧Vdcが、下限値（下限設定値）VdcLimLより小さい時、

$$\text{TorqRef1} = \text{TorqRef} \quad (1)$$

(b) コンデンサ電圧Vdcが、下限値VdcLimLより大きく 上限値VdcLimUより小さい時、

$$\text{TorqRef1} = \text{TorqRef} \times (\text{Vdc} - \text{VdcLimL}) \div (\text{VdcLimU} - \text{VdcLimL}) \quad (2)$$

(c) コンデンサ電圧Vdcが、VdcLimUより大きい時、

$$\text{TorqRef1} = 0 \quad (3)$$

変化率制限部12においては、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部11から出力されるトルク指令TorqRef1を入力として、次の(4)、(5)式により時間変化率を制限した値をさらに新たなトルク指令すなわち第2のトルク指令TorqRef2を出力する。

$$\text{TorqRef2} = \int \text{dTorqLimL} \cdot dt \quad (4)$$

(e) トルク指令TorqRef1の時間変化率が設定値dTrqLimLよりも大きい時、

$$\text{TorqRef2} = \int (\text{dTorqRef1} / dt) \cdot dt \quad (5)$$

以上の構成によるインバータ制御装置1を用いてインバータ6を制御することにより、フィルタコンデンサ8の

コンデンサ電圧Vdcに応じて変化させるモータトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなった場合に生じ

る、直流電圧の振動を抑制することができる。

【0024】＜第2実施形態（請求項2に対応する実施形態）＞本発明の第2の実施形態を図2を用いて説明する。第2の実施形態は、モータ9として永久磁石同期電動機を使用する場合であり、インバータ制御装置1は、電圧上昇抑制トルク指令補正部11と、変化率制限部12と、変化率制限値設定部13とで構成され、これらは以下のような機能を有している。

【0025】電圧上昇抑制トルク指令補正部11と、変

$$dTrqLimL = -\Phi f^2 / Lq \times \omega_1 + \alpha \quad (6)$$

ここで、 $\Phi f$  は永久磁石同期電動機の永久磁石磁束、 $Lq$  はモータq軸インダクタンス、 $\alpha$  は正の値である。

【0027】以上の構成によるインバータ制御装置1を用いてインバータ6を制御することにより、コンデンサ電圧 $V_{dc}$ に応じて変化させるモータトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなった場合に生じる直流電圧の振動を、すべてのインバータ周波数領域で適切に抑制することができる。

【0028】＜第3実施形態（請求項3に対応する実施形態）＞本発明の第3の実施形態を図3を用いて説明する。第3の実施形態におけるインバータ制御装置1は、電圧上昇抑制トルク指令補正部11と、変化率制限部12と、変化率制限値補正部14とで構成される。

【0029】電圧上昇抑制トルク指令補正部11と、変化率制限部12の機能は第1の実施形態と同一であるので、ここではその説明を省略する。変化率制限値補正部14は、前記変化率制限部12から出力される第2のト

$$K1 = (dIdc/dt) \times (dTqrRef2/dt) \quad (7)$$

$K1$  をもとに、フィルタ144と比例ゲイン145とフィルタ146を順次介して、以下のような演算により変化率制限値補正值 $ddTrqLim$ を求める。

【0033】(f)  $K1 > 0$  の時、 $ddTrqLim = 0$

(g)  $K1 < 0$  の時、 $ddTrqLim = -G(s) \cdot K1$

$$dTrqLimL = dTrqLimLset - ddTrqLim \quad (8)$$

以上述べた第3の実施形態によるインバータ制御装置1を用いてインバータ6を制御することにより、コンデンサ電圧 $V_{dc}$ に応じて変化させるモータトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなった場合に生じる直流電圧の振動を、すべてのインバータ周波数領域で適切に抑制することができる。

【0035】＜第4実施形態（請求項4に対応する実施形態）＞第4実施形態は、前述の第3の実施形態である図3において、直流入力電流 $I_{dc}$ を検出せずに、概略直流入力電流推定部15によりインバータ6から直流電源5へ流れ出る直流入力電流を、インバータ6の交流側出力電圧と、該交流側出力電流と直流電源電圧とから推定演算するようにした点が、第3の実施形態とは異なる。

【0036】以下これについて具体的に説明する。交流側出力電圧すなわちインバータ出力d軸電圧 $V_d$ 、インバータ出力q軸電圧 $V_q$ と、インバータ出力電流すなわ

変化率制限部12の動作は第1の実施形態と同様である。変化率制限値設定部13は、概略前記変化率制限部12の変化率制限値を、インバータ6の出力周波数に応じて可変にするものであり、以下これについて詳細に説明する。

【0026】変化率制限値設定部13においては、インバータ出力角周波数 $\omega_1$ を入力として、変化率制限値 $dTrqLimL$ を求めて出力する。

ルク指令を入力して、該変化率制限部12の変化率制限を補正するものである。

【0030】以下これについて具体的に説明する。変化率制限値補正部14は、微分器141、142と、掛算器143と、フィルタ144と、比例ゲイン145と、フィルタ146と、減算器147からなり、変化率制限値補正部14においては、直流入力電流 $I_{dc}$ と、前記変化率制限部12から出力されるトルク指令 $TqrRef2$ を入力として、変化率制限値 $dTrqLimL$ を出力する。

【0031】具体的には、直流入力電流 $I_{dc}$ を微分器141に入力し、ここで求められる直流入力電流 $I_{dc}$ の時間微分 $dIdc/dt$ と、変化率制限部12の出力である第2のトルク指令 $TqrRef2$ を微分器142に入力し、ここで求められる時間微分 $dTrqRef2/dt$ を掛算器143に入力し、ここで(7)式により $K1$ が求められる。

【0032】

そして、減算器147は(8)式により変化率制限初期設定値 $dTrqLimLset$ から前記変化率制限補正值 $ddTrqLim$ を減じた値を変化率制限値 $dTrqLimL$ として出力し、これを変化率制限部12に入力する。

【0034】

ちインバータ出力q軸出力電流 $I_d$ 、インバータ出力q軸電流 $I_q$ とコンデンサ電圧 $V_{dc}$ を直流入力電流推定部15に入力し、ここで推定した値を用いる。

【0037】第4の実施形態におけるインバータ制御装置1は、電圧上昇抑制トルク指令補正部11と、変化率制限部12と、変化率制限値補正部14と、直流入力電流推定部15で構成される。

【0038】電圧上昇抑制トルク指令補正部11と、変化率制限部12と、変化率制限値補正部14の機能は、前述の第3の実施形態と同一であるので、その説明を省略する。

【0039】直流入力電流推定部15は掛算器151、152と、加算器153と、割算器154からなり、掛算器151には、インバータ出力d軸電圧 $V_d$ とインバータ出力d軸出力電流 $I_d$ を入力し、両者の積を演算して出力し、また掛算器152には、インバータ出力q軸

電圧  $V_q$  とインバータ出力  $q$  軸出力電流  $I_d$  を入力し、両者の積を演算して出力し、掛算器 151、152 の出力は、加算器 153 により加算される。そして割算器 154 においては、加算器 153 により加算された  $q$  軸電圧  $V_q$ 、インバータ出力  $d$  軸電流  $I_d$ 、 $q$  軸電流  $I_q$

$$I_{dc1} = (V_d \cdot I_d + V_q \cdot I_q) \div (V_{dc}) \quad (9)$$

以上述べた第 4 の実施形態によるインバータ制御装置 1 を用いてインバータ 6 を制御することにより、フィルタコンデンサ 8 のコンデンサ電圧  $V_{dc}$  に応じて変化させるモータトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなった場合に生じる直流電圧の振動を、直流入力電流を検出すること無しに抑制することができる。

【0041】<第 5 の実施形態（請求項 5 に対応する実施形態）>第 5 の実施形態は、インバータ 6 のモータ 9 として永久磁石同期電動機が使用される場合であり、以下これについて説明する。

【0042】第 5 の実施形態におけるインバータ制御装置 1 は、電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 と、 $d$  軸電流指令補正部 16 と、割算器 17 で構成される。電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 の機能は前述の第 1 の実施形態と同一であるので、その説明は省略する。 $d$  軸電流指令補正部 16 は、概略  $d$  軸電流指令値と、運転トルク指令と、前記電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 から出力される第 1 のトルク指令値を入力として、電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 によるトルク補正部の出力電流指令ベクトルの振幅が、補正前の出力電流ベクトルの振幅に一致するように、 $d$  軸電流を補正するものである。

【0043】電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 は、具

$$Torq = \phi_f \times I_q \quad (10)$$

従って、 $q$  軸電流指令  $I_{qRef}$  は、電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 から出力される第 1 のトルク指令  $TorqRef$

$$I_{qRef} = TorqRef1 \div \phi_f \quad (11)$$

$d$  軸電流指令補正部 16 においては、 $d$  軸電流指令  $I_{dRef}$  と、トルク指令  $TorqRef$  と、 $q$  軸電流指令  $I_{qRef}$  を入力として、次の演算により新たな  $d$  軸電流指令  $I_{dRef}$  を

$$I^2 = (TorqRef \div \phi_f)^2 + I_{dRef}^2 \quad (12)$$

（ $I$  は、電流ベクトル振幅）

$$I_{dRef} = (I^2 - I_{qRef}^2)^{1/2} \quad (13)$$

以上述べた第 5 の実施形態によるインバータ制御装置 1 を用いて同期電動機用インバータ 6 を制御することにより、コンデンサ電圧  $V_{dc}$  に応じて変化させるモータトルク電流の変化率（時間微分値）が大きくなった場合に生じる直流電圧の振動を抑制することができる。

【0049】<第 6 の実施形態（請求項 6 に対応する実施形態）>第 6 の実施形態は、インバータ 6 の負荷として接続されるモータ 9 がリラクタンス電動機の場合である。

【0050】第 6 の実施形態におけるインバータ制御装置 1 は、電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 と、電流指令値演算部 18 で構成され、電流指令値演算部 18 は、

と、直流フィルタコンデンサ電圧  $V_{dc}$  を入力として、次の (9) 式の演算により直流入力電流推定値  $I_{dc1}$  を演算する。該直流入力電流推定値  $I_{dc1}$  を微分器 41 に入力する。

【0040】

体的には割算器 161 と、二乗器（二乗回路）162、163 と、加算器 164 と、二乗器（二乗回路）165 と、減算器 166 と、平方根器 167 からなり、これらは以下のような機能を有している。

【0044】すなわち、割算器 161 は前記運転トルク指令  $TorqRef$  と永久磁石同期電動機の永久磁石磁束  $\phi_f$  を入力し、トルク指令  $TorqRef$  を該永久磁石磁束  $\phi_f$  により除算する。二乗器 162 は割算器 161 の出力を二乗倍し、また二乗器 163 は  $d$  軸電流指令  $I_{dRef}$  を入力し、 $d$  軸電流指令  $I_{dRef}$  を二乗倍する。加算器 164 は、二乗器 162、163 の出力を加算する。

【0045】割算器 17 は、電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 の出力である新たなトルク指令  $TorqRef2$  を入力し、これを該永久磁石磁束  $\phi_f$  により除算して  $q$  軸電流指令  $I_{qRef}$  を求める。二乗器 165 は、該割算器 17 の出力を二乗倍する。減算器 166 は加算器 164 の出力から二乗器 165 の出力を減算する。平方根器 167 は減算器 166 の出力の平方根を求める。

【0046】ここで、前記永久磁石同期電動機の出力トルク  $Torq$  は、(10) 式に示すように永久磁石磁束  $\phi_f$  と  $q$  軸電流  $I_q$  との積で表される。

1 を (11) 式で求められる。

【0047】

出力する。

【0048】

概略運転トルク指令と、電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 から出力される第 1 のトルク指令値を入力として、電圧上昇抑制トルク指令補正部 11 によるトルク補正後の出力電流指令ベクトルの振幅が、補正前の出力電流ベクトルの振幅に一致するように、 $d$  軸電流と  $q$  軸電流を演算して出力するものである。

【0051】電流指令値演算部 18 は、具体的には減算器 180 と、係数器 181、182 と、二乗器（二乗回路）183、184 と、平方根器 185 と、減算器 186 と、加算器 187 と、平方根器 188、189 と、反転器 190 と、切替 191 と、二値化回路 192 からなり、これらは以下のような機能を有する。

【0052】該電圧上昇抑制トルク指令補正部11の機能は、前述の第1の実施形態と同一であるので、その説明は省略する。係数器181は、電圧上昇抑制トルク指令補正部11から出力されるトルク指令TorqRef2をK分の1倍し、また係数器182は、トルク指令TorqRefをK分の1倍する。二乗器183は、係数器181の出力を二乗倍し、また二乗器184は、係数器182の出力を二乗倍する。

【0053】減算器180は、二乗器184の出力から二乗器183の出力を減算する。平方根器185は、減算器180の出力の平方根を求める。減算器186は、係数器182の出力から平方根器185の出力を減算する。加算器188は、係数器182の出力と平方根器185の出力を加算する。平方根器188は、減算器186の出力の平方根を求めてd軸電流指令IdRefを出力

$$\text{Torq} = K \times I_d \times I_q$$

(Kは正の比例係数)

電流指令値演算部18においては、トルク指令TorqRefと、電圧上昇抑制トルク指令補正部11から出力される第1のトルク指令TorqRef1を入力として、次の(15)、(16)、(17)式によりd軸電流指令IdRef、q軸電流

$$I_{dRef} = \sqrt{\frac{\text{TorqRef}}{K} - \sqrt{\left(\frac{\text{TorqRef}}{K}\right)^2 - \left(\frac{\text{TorqRef1}}{K}\right)^2}} \quad (15)$$

(Kは、前述のd軸電流とトルクとの比例係数)

トルク指令TorqRef > 0の時、

$$I_{qRef} = \sqrt{\frac{\text{TorqRef}}{K} + \sqrt{\left(\frac{\text{TorqRef}}{K}\right)^2 - \left(\frac{\text{TorqRef1}}{K}\right)^2}} \quad (16)$$

トルク指令TorqRef < 0の時、

$$I_{qRef} = -\sqrt{\frac{\text{TorqRef}}{K} + \sqrt{\left(\frac{\text{TorqRef}}{K}\right)^2 - \left(\frac{\text{TorqRef1}}{K}\right)^2}} \quad (17)$$

【0057】以上述べた第6の実施形態によるインバータ制御装置1を用いてリラクタンس電動機用インバータ6を制御することにより、コンデンサ電圧Vdcに応じて変化させるモータトルク電流の変化率(時間微分値)が大きくなった場合に生じる直流電圧の振動を抑制することができる。

【0058】

【発明の効果】本発明によれば、直流電圧の振動を抑制することができるインバータ制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインバータ制御装置の第1の実施形態

し、また平方根器189は加算器187の出力の平方根を求める。

【0054】反転器190は平方根器189の出力を反転し、この反転出力を切替器191の“0”側端子に入力し、切替器191の“1”側端子に平方根器189の出力を入力する。二値化回路192は、トルク指令TorqRefを入力し、この値が0のときは“0”を出力し、このとき切替器191は“0”側端子に切り替わり、また二値化回路192はトルク指令TorqRefが0以下のときは“1”を出力し、このとき切替器191は“1”側端子に切り替わる。

【0055】ここで、リラクタンس電動機の出カトルクTorqは、(14)式に示すようにd軸電流Idとq軸電流Iqとの積で表される。

(14)

指令IqRefを求める。

【0056】

【数1】

を説明するための機能ブロック図。

【図2】本発明のインバータ制御装置の第2の実施形態を説明するための機能ブロック図。

【図3】本発明のインバータ制御装置の第3の実施形態を説明するための機能ブロック図。

【図4】本発明のインバータ制御装置の第4の実施形態を説明するための機能ブロック図。

【図5】本発明のインバータ制御装置の第5の実施形態を説明するための機能ブロック図。

【図6】本発明のインバータ制御装置の第6の実施形態を説明するための機能ブロック図。

【図7】従来のインバータ制御装置の1例を説明するた

めの機能ブロック図。

【符号の説明】

1…インバータ制御装置

5…直流電源

6…インバータ

7…リアクトル

8…直流フィルタコンデンサ

9…モータ

11…電圧上昇抑制トルク指令補正部

12…変化率制限部

13…変化率制限値設定部

14…変化率制限値補正部

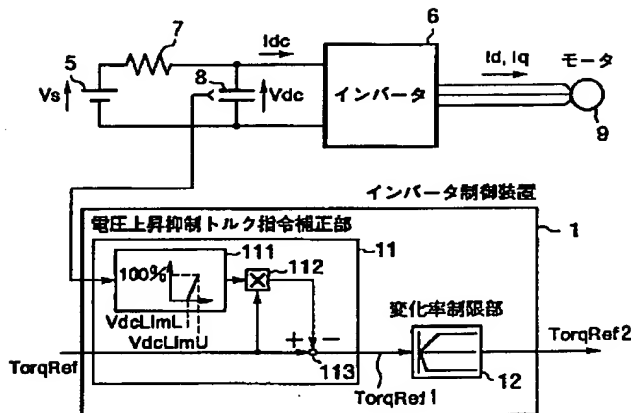
15…直流入力電流推定部

16…d軸電流指令補正部

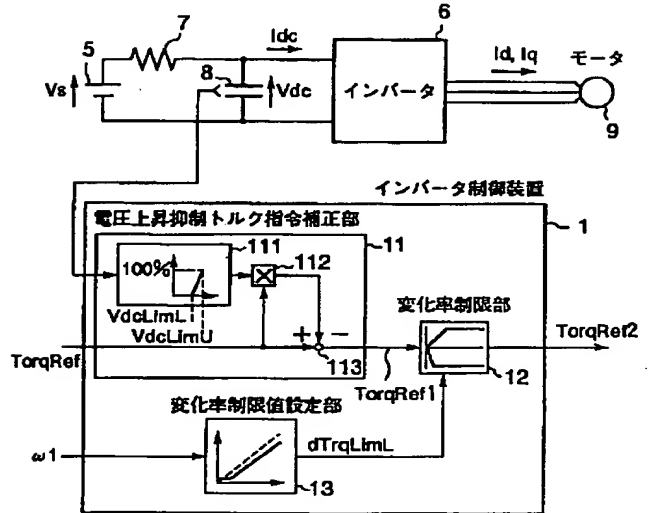
17…割算器

18…電流指令値演算部

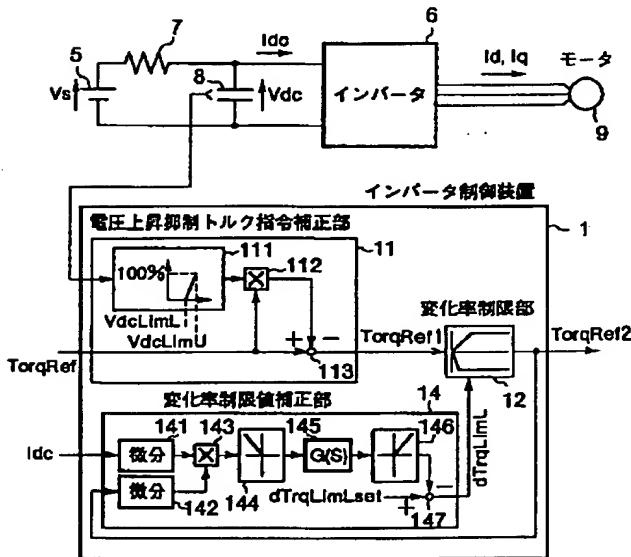
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 5】

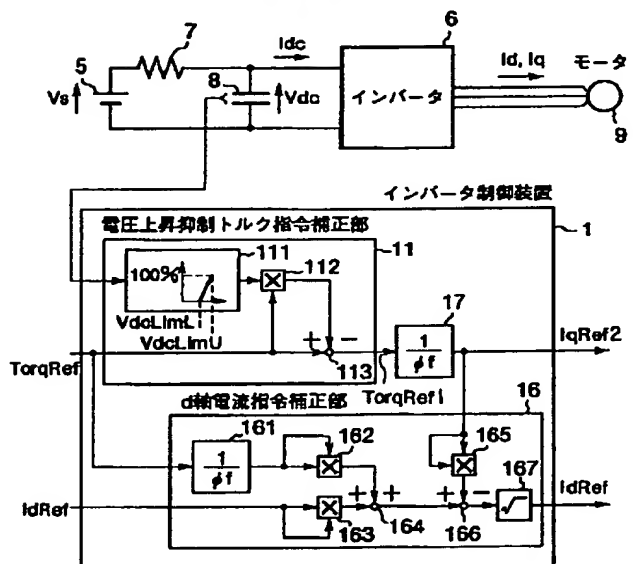




Figure 1 is a block diagram of a motor control system. The top part shows a power circuit: a DC voltage source  $V_a$  is connected in series with a resistor (7) and a switch (8). The switch is controlled by a signal  $V_{dc}$ . The current flowing through the resistor is  $I_{dc}$ . The switch is connected to an inverter (インバータ, 6), which is connected to a motor (モータ, 9). The inverter outputs current  $I_d, I_q$  to the motor.

The bottom part shows the inverter control device (インバータ制御装置, 1). It includes several control blocks:

- 電圧上昇抑制トルク指令補正部 (Voltage Rise Suppression Torque Command Correction Block, 11):** This block takes  $TorqueRef$  and  $V_{dc}LimL$  as inputs. It contains a gain block (111) and a multiplier (112). The output is  $TorqueRef2$ .
- 変化率制限部 (Rate Limiting Block, 12):** This block takes  $TorqueRef2$  as input and outputs  $TorqueRef$  to the voltage correction block.
- 変化率制限値補正部 (Rate Limiting Value Correction Block, 14):** This block takes  $TorqueRef$  and  $dTrqLimL$  as inputs. It contains a gain block (141), a multiplier (142), a summing junction (143), a gain block (144), a transfer function block  $G(S)$  (145), a multiplier (146), and a summing junction (147). The output is  $dTrqLimL$ .
- Current Feedback Loop (15):** This block takes  $I_d$  and  $I_q$  as inputs. It contains two multipliers (151, 152), a summing junction (153), and a gain block (154). The output is  $I_{dc1}$ .

Figure 1 is a block diagram of a motor control system. The system includes a power supply section (5, 7, 8) providing  $V_{dc}$  to an inverter (6). The inverter drives a motor (9) with currents  $I_d$  and  $I_q$ . A control device (1) receives  $V_{dc}$  and  $TorqueRef$ , and outputs  $I_dRef$  and  $I_qRef$ . The control device contains a torque command correction section (11) and a current command value calculation section (18).